

IN THE UNITED STATES PATENT AND TRADEMARK OFFICE

In re patent application of

A. Schrader et al.

Serial No. Not assigned

Group Art Unit: not assigned

Filed: Concurrently

Examiner: not assigned

For: Mechanism for Transmission of Time-Synchronous Data

Commissioner of Patents
Box 1450
Alexandria, VA 22131-1450

SUBMISSION OF PRIORITY DOCUMENT

Sir:

Submitted herewith is a certified copy of German Patent Application Number 102 28 861.5 dated June 27, 2002 upon which application the claim for priority is based in the above-identified patent application.

Respectfully submitted,



Michael E. Whitham
Registration No. 32,635

Date: 6/26/03
Whitham, Curtis & Christofferson, PC
11491 Sunset Hills Road - #340
Reston, VA 20190
703/787-9400



30743

PATENT TRADEMARK OFFICE

BUNDESREPUBLIK DEUTSCHLAND



Prioritätsbescheinigung über die Einreichung einer Patentanmeldung

Aktenzeichen: 102 28 861.5

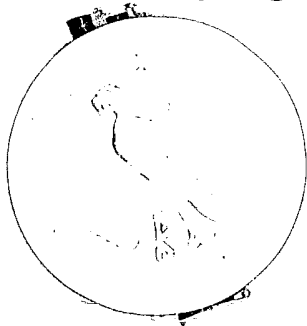
Anmeldetag: 27. Juni 2002

Anmelder/Inhaber: NEC Europe Ltd., Heidelberg, Neckar/DE

Bezeichnung: Verfahren zur Übertragung von zeitsynchronen Daten

IPC: H 04 L 1/22

Die angehefteten Stücke sind eine richtige und genaue Wiedergabe der ursprünglichen Unterlagen dieser Patentanmeldung.



München, den 26. März 2003
Deutsches Patent- und Markenamt
Der Präsident
Im Auftrag

A handwritten signature in black ink, appearing to be 'Hiebinger'.

Hiebinger

ULLRICH & NAUMANN

Patent- und Rechtsanwälte

*European Patent and
Trademark Attorneys*

4623/P/006

Heidelberg, 27. Juni 2002/ph/

Patentanmeldung

der Firma

NEC Europe Ltd.
Adenauerplatz 6

69115 Heidelberg

betreffend ein

"Verfahren zur Übertragung von zeitsynchronen Daten"

Die Erfindung betrifft ein Verfahren zum Übertragen von zeitsynchronen Daten von einem Sender zu einem Empfänger über ein Netzwerk, insbesondere das Internet, wobei die Daten sender- und/oder empfängerseitig mittels mindestens einer Funktionseinheit verarbeitet und/oder übertragen werden.

Verfahren zum Übertragen von zeitsynchronen Daten sind seit langem in der Praxis bekannt und besonders gut zum Übertragen von Multimediaaufgaben geeignet, wie die Übertragung von Videokonferenzen, Telefongesprächen oder dergleichen. Dies gilt vor allem im Zusammenhang mit der Übertragung von Daten über IP-Netzwerke – Internet-Protocol-Netzwerke. Die bekannten Netzwerke sind im allgemeinen nur für die Übertragung von skalierbaren, zeitunempfindlichen Applikationen ausgelegt, wie z.B. das Internetbrowsing. Für die Übertragung von zeitsynchronen Daten sind solche Netzwerke aufgrund ihrer Struktur nicht ausgelegt, so dass es bei den bekannten Netzwerken oftmals zu starken Störungen bei der Übertragung kommt. Dadurch wird die Qualität der Übertragung in einer teilweise inakzeptablen Form beeinträchtigt.

Zur Verbesserung der Übertragungsqualität sind für die Übertragung von zeitsynchronen Daten, insbesondere von Multimediadaten, Verfahren entwickelt worden, um eine Übertragung der Daten in Echtzeit zu ermöglichen. Derartige Verfahren haben sich zur Aufgabe gestellt den QoS –Quality-of-Service –, das heisst u.a. die Übertragungsqualität, dadurch zu verbessern, dass zeitsynchrone Daten bei der Übertragung eine höhere Priorität als der übliche Datenverkehr erhält. Die zeitsynchronen Daten werden somit mit einer höheren Wahrscheinlichkeit übertragen als andere über das Netzwerk übertragene Daten. Diese Verfahren sind allerdings dahingehend nachteilig, dass sie Störungen bei der Übertragung der zeitsynchronen Daten nicht ausgleichen können, die von Schwankungen der Netzwerkbedingungen verursacht werden. Dies gilt insbesondere wenn diese von physikalischen Begrenzungen des Netzwerks herrühren, wie dies häufig bei drahtlosen Netzwerken der Fall ist.

Die Übertragung von zeitsynchronen Daten, die meist komprimiert übertragen werden, ist insbesondere insofern problematisch, als zeitsynchrone Daten möglichst zeitgenau beim Empfänger zur Verfügung stehen müssen, um nämlich zeitgenau dekodiert und wiedergegeben werden zu können. Werden die Daten dem Empfänger

nicht zeitgenau übertragen, sondern nach ihrer vorgesehenen Wiedergabezeit, so sind sie nutzlos und müssen verworfen werden. Dagegen müssen Daten, die dem Empfänger vorzeitig übermittelt werden, bei ihm gespeichert werden, wodurch die Speicherkapazität des Empfängers unnötig belastet wird. Im Extrem ist die Speicherkapazität überlastet, was zum Verlust der Daten führt. Auf jeden Fall haben der Verlust sowie die Verzögerung in der Übertragung der Daten erhebliche Auswirkungen auf die Übertragungsqualität, so dass die Übertragung zeitweise unbrauchbar ist.

Insbesondere bei drahtlosen Übertragungstechnologien kann es aus physikalischen Gründen zu Verlusten von IP-Paketen kommen, die zu einer gravierenden Verschlechterung der Medienqualität führen können. Im Gegensatz zur Übertragung mit Kupfer- oder Glasfasern treten die Verluste dabei vermehrt gehäuft auf. Diese sogenannte Burst-Charakteristik der Funknetze wirkt sich insbesondere negativ aus.

Einige bekannte Verfahren ermöglichen es z.B. durch eine geeignete Überwachung der Netzwerkbedingungen, die Überlastung des Netzwerks durch ein Anpassen der Übertragung und/oder des Empfangs der Daten zu verringern. Beispiele hierfür sind adaptive Audio-/Videosender, die ihr Sendeverhalten basierend auf den Überwachungsergebnissen adaptieren. Die Adaption des Sendeverhaltens erfolgt vornehmlich durch das Anpassen der Funktionseinheit an die veränderten Netzwerkbedingungen. Meist geschieht dies durch eine Veränderung der von der Funktionseinheit verwendeten Datenkomprimierung. Um die Adaption durchführen zu können, muss die Funktionseinheit getrennt, adaptiert und wieder verbunden werden. Dies führt allerdings zu weiteren Problemen in der Übertragungsqualität, da die Funktionseinheit dazu Zeit braucht, in der eine Verarbeitung und Weiterleitung der Daten nicht oder nur zeitverzögert erfolgen kann. Hierdurch wird die Übertragungsqualität der zeitsynchronen Daten wiederum in der bereits beschriebenen Art und Weise stark beeinträchtigt.

Der vorliegenden Erfindung liegt daher die Aufgabe zugrunde, ein Verfahren zum Übertragen von zeitsynchronen Daten der eingangs genannten Art anzugeben, bei dem die Übertragungsqualität bei sich ändernden Datenmengen und/oder Netzwerkbedingungen von zeitsynchronen Daten verbessert wird.

Erfindungsgemäß wird die voranstehende Aufgabe durch das Verfahren zum Übertragen von zeitsynchronen Daten mit den Merkmalen des Patentanspruchs 1 gelöst. Danach ist das in Rede stehende Verfahren derart ausgestaltet und weitergebildet, dass eine Parallelfunktionseinheit basierend auf veränderten Datenmengen und/oder Netzwerkbedingungen generiert und/oder adaptiert wird, und nach einem Umschalten, vorzugsweise durch einen Switch, die Verarbeitung und/oder Übertragung der Daten mittels der Parallelfunktionseinheit erfolgt.

In erfindungsgemäßer Weise ist zunächst erkannt worden, dass man in der Abkehr zu der bisherigen Praxis nicht allein durch eine Anpassung der verwendeten Komprimierung der Daten an veränderte Datenmengen und/oder Netzwerkbedingungen eine gute Übertragungsqualität erreichen kann. Vielmehr muss für eine insgesamt gute Übertragungsqualität die Übertragung auch während der Adaption in einer guten Qualität gewährleistet sein. Ferner ist erkannt worden, dass eine Adaption an veränderte Datenmengen und/oder Netzwerkbedingungen unabhängig von der derzeitig die datenverarbeitenden und/oder übertragenden Funktionseinheit erfolgen muss, um nämlich gewährleisten zu können, dass durch die Adaption keine weiteren Verschlechterungen in der Übertragungsqualität erfolgen. Dies wird in erfindungsgemäßer Weise durch die Generierung einer Parallelfunktionseinheit erreicht, die an die veränderten Datenmengen und/oder Netzwerkbedingungen adaptiert wird. Hierdurch wird erreicht, dass Verluste durch das Trennen, die Adaption und das Verbinden der Funktionseinheit nicht auftreten, da die Verarbeitung und Übertragung der Daten während der Generierung und/oder Adaption der Parallelfunktionseinheit weiterhin über die ursprüngliche Funktionseinheit erfolgt. Erst später erfolgt ein Umschalten, vorzugsweise durch einen Switch, so dass die Verarbeitung und/oder Übertragung der Daten mittels der Parallelfunktionseinheit erfolgt, so dass auch während der Adaption eine gute Übertragungsqualität gewährleistet wird und sie bei sich ändernden Datenmengen und/oder Netzwerkbedingungen insgesamt verbessert wird. Unter einer Verarbeitung ist dabei auch jedwede Modifikation sowie Bearbeitung, eine Speicherung oder anderweitige die Daten betreffende Handhabung zu verstehen. Der Switch könnte hierbei sowohl als Hardware als auch als Software ausgestaltet sein.

Hinsichtlich einer besonders einfachen Ausgestaltung könnte die Generierung und/oder Adaption der Parallelfunktionseinheit durch einen Triggerimpuls gestartet werden. Ein solcher Triggerimpuls könnte bei der senderseitigen Generierung einer Parallelfunktionseinheit durch geeignete bekannte Verfahren, beispielsweise gemäß „Trading Algorithms“, statistischen Feedback-Informationen oder „Application Level Signaling“, ermittelt werden. Empfängerseitig könnte der Triggerimpuls zur Generierung und/oder Adaption einer Parallelfunktionseinheit beispielsweise durch das Verfahren des „In-Band Signaling“ erfolgen, z.B. durch RTP Payload Numbers – Real-Time Transport Protocol Payload Nummern – oder ähnliche Verfahren. Ebenso ist es möglich, den Triggerimpuls sender- und empfängerseitig durch dasselbe Verfahren zu ermitteln.

Im Rahmen einer wiederum sehr einfachen Ausgestaltung könnte das Umschalten nach einer im Wesentlichen abgeschlossenen Generierung und/oder Adaption der Parallelfunktionseinheit erfolgen. Hierbei könnten dann die Daten, die durch die Parallelfunktionseinheit erzeugt werden, über das Netzwerk oder direkt an den Empfänger übertragen werden.

Zusätzlich oder alternativ hierzu könnte das Umschalten beim Erfüllen einer Umschaltbedingung, insbesondere bei Erreichen mindestens eines vorgegebenen Parameterwerts, erfolgen. Diese Parameter könnten beispielsweise die von der Funktionseinheit und/oder der Parallelfunktionseinheit produzierte Datenrate und/oder bestimmte Netzwerkparameter oder dergleichen umfassen. Es könnte allerdings auch jedwede andere Art der Umschaltbedingung gewählt werden. Die Verwendung einer solchen Umschaltbedingung könnte besonders dahingehend vorteilhaft sein, dass eine weitere Initialisierung der Funktionseinheit und/oder Parallelfunktionseinheit erfolgen könnte, ohne dass die Übertragung der Daten beeinträchtigt wird. Dies wäre insbesondere beim Einsatz von solchen Codecs – Compressor/Decompressor – vorteilhaft, die anfänglich eine höhere Datenrate erzeugen als beim Normalbetrieb.

In besonders vorteilhafter Weise könnten die Daten in der Funktionseinheit mittels verschiedener Teileinheiten, insbesondere mindestens eines Codecs und/oder mindestens eines Filters und/oder eines Packetizers und/oder mindestens eines Memory

Buffers oder dergleichen verarbeitet werden. Eine optimale Verarbeitung und Übertragung der Daten durch die Funktionseinheit würde hierdurch ermöglicht werden.

In weiter vorteilhafter Weise könnten die Daten in der Parallelfunktionseinheit mittels verschiedener Teileinheiten, insbesondere mindestens eines Codecs und/oder mindestens eines Filters und/oder mindestens eines Packetizers und/oder mindestens eines Memory Buffers oder dergleichen, verarbeitet werden. Eine optimale Verarbeitung und Übertragung der Daten durch die Parallelfunktionseinheit würde hierdurch ermöglicht werden.

Die Teileinheiten könnten in einer bevorzugten Ausgestaltung, vorzugsweise während der Generierung, miteinander verbunden werden. Somit wäre eine Verarbeitung und/oder Übertragung der Daten über die Teileinheiten und somit über die Funktionseinheit und/oder die Parallelfunktionseinheit ermöglicht.

In einer weiter vorteilhaften Ausgestaltung könnte die Funktionseinheit und/oder Parallelfunktionseinheit, vorzugsweise nach der Generierung, initialisiert werden. Während der Initialisierung könnten die internen Datenstrukturen initialisiert werden und/oder notwendige Ressourcen von der Funktionseinheit und/oder der Parallelfunktionseinheit beansprucht werden, wodurch die Funktionseinheit und/oder die Parallelfunktionseinheit betriebsbereit werden könnten. Durch eine vorzeitige Initialisierung der Parallelfunktionseinheit könnte auch eine insgesamt beschleunigte Adaption ermöglicht werden.

In Rahmen einer besonders guten Adaption könnten die Teileinheiten der Parallelfunktionseinheit aufeinander und/oder die veränderten Datenmengen und/oder die Netzwerkbedingungen abgestimmt werden. Insbesondere könnte hierbei die durch den Codec verwendete Komprimierung der Daten an die veränderten Netzwerkbedingungen angepasst werden. Zuzüglich oder alternativ könnten beispielsweise auch die Memory Buffer vergrößert oder verkleinert werden, um die Parallelfunktionseinheit optimal an die veränderten Netzwerkbedingungen abzustimmen. Auch könnte der Packetizer, der Daten in einzelne Pakete unterteilt, um sie beispielsweise mittels

des RTP Streaming übertragbar zu machen, an die veränderten Netzwerkbedingungen angepasst werden.

Im Hinblick auf eine besonders gute Ausnutzung der Ressourcen könnten nach der Umschaltung die Teileinheiten der Funktionseinheit voneinander getrennt werden. Dies wäre dahingehend vorteilhaft, dass die durch die Teileinheiten gebundenen Ressourcen nach der Trennung dem System wieder zur Verfügung stehen.

Alternativ hierzu könnten nach der Umschaltung die Teileinheiten der Funktionseinheit verbunden bleiben. Dies könnte beispielsweise auch dahingehend realisiert sein, dass die Funktionseinheit nur eine gewisse Zeit nach der Umschaltung bestehen bleibt, das heisst also, dass die Teileinheiten der Funktionseinheit nur für einen gewissen Zeitraum verbunden bleiben. Dies könnte dann von besonderem Vorteil sein, wenn genug Ressourcen im System vorhanden sind, und eine hohe Wahrscheinlichkeit besteht, dass die nächste Adaptionisanfrage dazu führt, dass die ursprüngliche Funktionseinheit wieder verwendet wird. Wird die ursprüngliche Funktionseinheit wieder verwendet, dann könnte nach der Umschaltung mit der Parallelfunktionseinheit in gleicher Weise verfahren werden wie mit einer Funktionseinheit nach einer Umschaltung.

Im Hinblick auf eine besonders hohe Funktionalität könnten weitere Paralleleinheiten basierend auf veränderten Datenmengen und/oder Netzwerkbedingungen generiert und/oder adaptiert werden. Dies wäre beispielsweise bei hierarchischen Komprimieren mit mehreren synchronisierten Datenflüssen besonders vorteilhaft, da diese dann parallel adaptiert werden können. Bei genügenden Ressourcen im System wäre es auch denkbar, dass ein kompletter Satz von Parallelfunktionseinheiten vorgehalten wird, so dass die Adaption an die veränderten Datenmengen und/oder Netzwerkbedingungen allein durch die Wahl einer bereits synchronisierten Parallelfunktionseinheit erfolgen kann.

Im Hinblick auf eine besonders gute Anpassung des Verfahrens an unterschiedliche Bedingungen im Netzwerk, könnte seriell zur Funktionseinheit und/oder Parallelfunktionseinheit mindestens eine weitere Funktionseinheit zur Übertragung und/oder

Verarbeitung der Daten vorgesehen sein. Diese zusätzliche Funktionseinheit – Transcodec – könnte es ermöglichen, dass die Übertragung der Daten an zwei unterschiedliche Empfänger optimiert werden, so beispielsweise an einen Empfänger, der umfänglich mit Ressourcen ausgestattet ist, wie beispielsweise einen Multimedia-rechner, und an einen mit wenigen Ressourcen ausgestatteten Empfänger, beispielsweise einen Laptop.

In besonders vorteilhafter Weise könnten die Daten mittels Einrichtungen zur Erfassung von visuellen Daten, von Sprache oder dergleichen erfasst werden. Somit wäre das Verfahren besonders gut für Videokonferenzen über das Internet, Internettelephonie oder dergleichen geeignet.

Es gibt nun verschiedene Möglichkeiten, die Lehre der vorliegenden Erfindung in vorteilhafter Weise auszugestalten und weiterzubilden. Dazu ist einerseits auf die dem Patentanspruch 1 nachgeordneten Patentansprüche und andererseits auf die nachfolgende Erläuterung eines bevorzugten Ausführungsbeispiels des erfindungsgemäßen Verfahrens zur Übertragung von zeitsynchronen Daten anhand der Zeichnung zu verweisen. In Verbindung mit der Erläuterung des bevorzugten Ausführungsbeispiels des erfindungsgemäßen Verfahrens anhand der Zeichnung werden auch im allgemeinen bevorzugte Ausgestaltungen und Weiterbildungen der Lehre erläutert. In der Zeichnung zeigt

- Fig. 1 in einer schematischen Darstellung ein Ausführungsbeispiel eines bekannten Verfahrens,
- Fig. 2 in einer schematischen Darstellung den Zeitablauf des bekannten Verfahrens gemäß des Ausführungsbeispiels der Fig. 1,
- Fig. 3 in einer schematischen Darstellung ein Ausführungsbeispiel eines erfindungsgemäßen Verfahrens und
- Fig. 4 in einer schematischen Darstellung den Zeitablauf des erfindungsgemäßen Verfahrens gemäß des Ausführungsbeispiels der Fig. 3.

Fig. 1 zeigt ein Ausführungsbeispiel eines bekannten Verfahrens zur Übertragung von zeitsynchronen Daten von einem Sender 1' zu einem Empfänger 2' über ein Netzwerk. Die Daten werden senderseitig mittels einer Funktionseinheit 3' verarbeitet und übertragen. Die Netzwerkbedingungen sind Veränderungen unterworfen, so dass die Funktionseinheit 3' nicht mehr geeignet ist, die Daten derart zu verarbeiten, beispielsweise zu komprimieren und in Pakete zu zerlegen, dass eine hinreichend gute Übertragungsqualität beim Empfänger erreicht wird. Bei den Daten handelt es sich in diesem Ausführungsbeispiel um unverarbeitete Videoframes mit einer Frame-rate $f[1/s]$.

In Fig. 2 ist der zugehörige Zeitablauf des Ausführungsbeispiels der Fig.1 gezeigt. Der Sender 1' produziert hierbei Daten in Form von unverarbeiteten synchronisierten Videoframes mit einer Framerate $f[1/s]$. Die unverarbeiteten Frames werden an die Funktionseinheit 3' übertragen und weisen die Länge $\Delta t = 1/f$ auf. Die Frames werden somit zu synchronen Zeiten $\{t_0, t_0 + \Delta t, t_0 + 2\Delta t, \dots\}$ an die Funktionseinheit 3' übertragen. Die Zeit, die benötigt wird, eine Funktionseinheit 3' mit einem Codec 6a', einem Filter 6b' und einem Packetizers 6c' sowie allen anderen benötigten Ressourcen aufzubauen, wird mit σ_i bezeichnet.

Die Funktionseinheit 3' ist zum Zeitpunkt t_0 übertragungsbereit und der erste Frame 1 wird verarbeitet und übertragen. Die intrinsische Verzögerung der Funktionseinheit 3' wird mit δ_i bezeichnet. Sie bezeichnet die Zeit, die von der Funktionseinheit 3' benötigt wird, um den Frame 1 zu verarbeiten und einen Datenausgang zu produzieren. Eine intrinsische Verzögerung tritt beispielsweise bei modernen Videocodern auf, deren Inter-Frameverarbeitung auf sogenannten GOP – Group of Picture – basieren. Ein GOP umfasst verschiedene Bildtypen, in denen B-Frames – Bi-Directionale Frames – nur dann verarbeitet und abgespielt werden können, wenn ein vorheriger und nachfolgender I-Frame – Intra-Coded Frame – im internen Buffer auftritt. Typische GOPs, beispielsweise im MPEG Format, umfassen neun Frames, wie z.B. IBBPBBPBBBI. Die Ausgabe von Daten durch die Funktionseinheit 3' ist demnach zu den Zeiten $\{t_0 + \delta_i, t_0 + \delta_i + \Delta t, t_0 + \delta_i + 2\Delta t, \dots\}$ möglich.

Im Allgemeinen ist ein Datenmanagementsystem bei der Übertragung mit einbezogen, das den Triggerimpuls zur Adaption zu einer Zeit t_r ausgibt. In diesem Ausführungsbeispiel wird der Triggerimpuls während der Ausgabe der Daten mit der Framenummer i ausgegeben. Die Ausgabe von allen Daten dieses Frames wird fortgeführt und beendet, bevor das Verarbeiten und Übertragen der Funktionseinheit 3' insgesamt beendet wird.

Die Zeit, die notwendig ist, um sämtliche benötigten Ressourcen in der Funktionseinheit 3' freizugeben, wird mit ϕ_i bezeichnet. Der Freigabeprozess ist daher zum Zeitpunkt $t_0 + \delta_1 + i\Delta t + \phi_i$ abgeschlossen. Nunmehr wird eine neue Funktionseinheit 3'' aufgebaut, die σ_2 Sekunden benötigt, um zusammengestellt zu werden. Unter der Annahme, dass die Verarbeitung der Frames innerhalb der Funktionseinheit 3'' nicht schneller erfolgen kann als in Echtzeit, bedeutet dies, dass die Verarbeitung von Frames erst nach der Eingabe eines vollständigen Frames beginnen kann. Demnach hat der nächste Frame nach Beendigung der Generierung der neuen Funktionseinheit 3'' die Framenummer j . Die Zeitspanne bis der Frame j vollständig vorliegt, wird mit Resyncgap bezeichnet.

Die Funktionseinheit 3'' beginnt mit der Verarbeitung der Eingabedaten zum Zeitpunkt t_0' und aufgrund der internen Verzögerung δ_2 mit der Übertragung der ersten verarbeiteten Daten zum Zeitpunkt $t_0' + \delta_2$. Dies bedeutet, dass innerhalb der Zeitspanne $t_y = [t_0 + \delta_1 + i\Delta t, t_0' + \delta_2]$ keine Ausgabe von Daten erfolgt. Diese Zeitspanne wird als Gapzeit t_y bezeichnet.

Der Zeitpunkt, zu der die neue Funktionseinheit 3'' startet, berechnet sich demnach aus

$$\begin{aligned} t_0' &= t_0 + \left\lceil \frac{\delta_1 + i\Delta t + \sigma_2}{\Delta t} \right\rceil \Delta t \\ &= t_0 + \left\lceil i + \frac{\delta_1 + \Phi_1 + \sigma_2}{\Delta t} \right\rceil \Delta t \end{aligned}$$

Mit $t_0' = t_0 + (j - 1) \Delta t$ kann der erste Frame, der von der neuen Funktionseinheit 3“ ausgegeben wird, berechnet werden.

$$j = i + \left\lceil \frac{\delta_1 + \Phi_1 + \sigma_2}{\Delta t} \right\rceil + 1$$

Die verlorene Zeit t_λ ergibt sich demnach aus

$$\begin{aligned} t_\lambda &= (j - 1) \Delta t - i \Delta t \\ &= \left\lceil \frac{\delta_1 + \Phi_1 + \sigma_2}{\Delta t} \right\rceil \Delta t. \end{aligned}$$

Hierdurch kann die Anzahl λ von nichtverarbeiteten und damit verlorenen Frames während dieser Zeit berechnet werden

$$\begin{aligned} \lambda &= j - 1 - i \\ &= \left\lceil \frac{\delta_1 + \Phi_1 + \sigma_2}{\Delta t} \right\rceil. \end{aligned}$$

Die Gapzeit t_γ ist nunmehr die Zeit, in der während der Adaption kein Datenausgang produziert wird:

$$\begin{aligned} t_\gamma &= t_0' + \delta_2 - (t_0 + \delta_1 + i \Delta t) \\ &= t_0 + \left\lceil \frac{\delta_1 + \Phi_1 + \sigma_2}{\Delta t} \right\rceil \Delta t + \delta_2 - t_0 - \delta_1 - i \Delta t. \\ &= \left\lceil \frac{\delta_1 + \Phi_1 + \sigma_2}{\Delta t} \right\rceil \Delta t + (\delta_2 - \delta_1) \end{aligned}$$

In dem bekannten Verfahren ist die Zeit t_α diejenige, die benötigt wird, um eine Adaption zur Anfrage zu erfüllen. Sie entspricht genau der Gapzeit t_γ :

$$t_\alpha = t_\gamma.$$

Fig. 3 zeigt schematisch ein Ausführungsbeispiel des erfindungsgemäßen Verfahrens zur Übertragung von zeitsynchronen Daten von einem Sender 1 zu einem Empfänger 2 über ein Netzwerk. Die Daten werden senderseitig mittels einer Funktionseinheit 3 verarbeitet und übertragen. Die Netzwerkbedingungen sind in diesem Ausführungsbeispiel Veränderungen unterworfen, so dass die Funktionseinheit 3 nicht mehr geeignet ist, die Daten derart zu verarbeiten, beispielsweise zu komprimieren und in Pakete zu zerlegen, dass eine hinreichend gute Übertragungsqualität beim Empfänger erreicht wird. Bei den Daten handelt es sich in diesem Ausführungsbeispiel um unverarbeitete Videoframes mit einer Framerate $f[1/s]$.

In erfindungsgemäßer Weise wird eine den neuen Bedingungen entsprechend angepasste Parallelfunktionseinheit 4 generiert. Die schematische Darstellung in Fig. 3 zeigt das Ausführungsbeispiel vor einem Umschalten durch einen Switch 5, so dass die Verarbeitung und Übertragung der Daten in dem gezeigten Zeitpunkt mittels der Funktionseinheit 3 erfolgt.

Im Ausführungsbeispiel der Fig. 3 werden die Daten in der Funktionseinheit 3 mittels verschiedener Teileinheiten 6a, 6b, 6c, verarbeitet. Im einzelnen handelt es sich bei den Teileinheiten um einen Codec 6a zum Komprimieren der Daten, einen Filter 6b zum eventuellem Entfernen einzelner Frames und einem Packetizer 6c zur Unterteilung der Daten in einzelne Datenpakete für ein RTP-Streaming. Analog hierzu werden die Daten in der Parallelfunktionseinheit 4 mittels verschiedener Teileinheiten 7a, 7b, 7c verarbeitet und übertragen. Auch hier handelt es sich bei den Teileinheiten 7a, 7b, 7c um einen Codec 7a, einen Filter 7b und einen Packetizer 7c. Sowohl in der Funktionseinheit 3 als auch in der Parallelfunktionseinheit 4 sind weitere hier nicht dargestellte Teileinheiten zur weiteren Verarbeitung und Übertragung der Frames vorgesehen.

Die Daten vom Sender 1 stammen in diesem Ausführungsbeispiel aus einer Einrichtung zur Erfassung von visuellen Daten, nämlich einer Videokamera, und werden mittels eines weiteren Switch 8 an die Funktionseinheit 3 und nach deren Generierung an die Parallelfunktionseinheit 4 übertragen.

Fig. 4 zeigt den Zeitverlauf des erfindungsgemäßen Verfahrens unter den gleichen Voraussetzungen wie denen des Ausführungsbeispiels Fig. 2. Gleiche Zeiten und Daten sind hierbei mit gleichen Bezugszeichen benannt. Nach der Zeit t_0 wird ebenfalls eine Adaptionisanfrage durch das Datenmanagementsystem gestellt. Die Generierungszeit der Parallelfunktionseinheit wird ebenfalls als Zeitspanne σ_2 bezeichnet.

Während die Funktionseinheit 4 innerhalb der Zeit σ_2 generiert wird, verarbeitet und überträgt die Funktionseinheit 3 Frames, nämlich Frames bis zu dem Frame mit der Nummer $j-1$. Dann erfolgt das Umschalten mittels des Switches 5, so dass die Parallelfunktionseinheit 4 den Frame Nummer j verarbeitet und überträgt und somit keine Frames verlorengehen. Die Zeit, zu der die Parallelfunktionseinheit 4 Frames übermitteln kann, berechnet sich somit aus

$$\begin{aligned} t_0' &= t_0 + \left\lceil \frac{\delta_1 + i \Delta t + \sigma_2}{\Delta t} \right\rceil \Delta t \\ &= t_0 + \left\lceil i + \frac{\delta_1 + \sigma_2}{\Delta t} \right\rceil \Delta t \end{aligned}$$

Unter der Voraussetzung, dass $t_0' = t_0 + (j-1) \Delta t$, ist der erste ausgegebene Frame

$$j = i + \left\lceil \frac{\delta_1 + \sigma_2}{\Delta t} \right\rceil + 1$$

und die Gapzeit t_γ kann wie folgt bestimmt werden

$$\begin{aligned} t_\gamma &= t_0' + \delta_2 - (t_0 + \delta_1 + (j-1) \Delta t) \\ &= t_0 + (j-1) \Delta t + \delta_2 - (t_0 + \delta_1 + (j-1) \Delta t) \\ &= (\delta_2 - \delta_1) \end{aligned}$$

Ist δ_2 größer als δ_1 , entsteht eine kleine Sendepause, die durch Memory Buffer kompensiert werden kann. Diese Memory Buffer sind bereits zum Kompensieren von Laufzeitschwankungen der Daten vorhanden und erfordern somit keine zusätzlichen

Ressourcen. Die Sendepause ist allerdings lediglich durch die Differenz der intrinsischen Verzögerungen der involvierten Codecs begründet und entsteht nicht durch das erfindungsgemäße Verfahren. In jedem Fall ist diese Verzögerung wesentlich kleiner als im bekannten sequentiellen Verfahren. Ist δ_2 kleiner als δ_1 , kann die Parallelfunktionseinheit den Frame j übertragen, bevor die Funktionseinheit 3 diesen Frame bearbeiten und übertragen konnte. Die Entscheidung, ob die Funktionseinheit 3 oder die Parallelfunktionseinheit 4 die Daten verarbeiten und übertragen soll, wird in diesem Ausführungsbeispiel auf der bestehenden Datenrate basierend getroffen. Das Umschalten zu der Parallelfunktionseinheit 4 erfolgt dann, wenn die Datenausgabe der Parallelfunktionseinheit 4 kleiner ist als die Datenrate der Funktionseinheit 3. In beiden Fällen werden keine Frames verworfen und damit ist

$$t_\lambda = 0, \lambda = 0.$$

Mit dem erfindungsgemäßen Verfahren wird ebenfalls die Adaptionzeit t_α verkürzt, da die Parallelfunktionseinheit 4 früher Daten verarbeiten und übertragen kann:

$$\begin{aligned} t_\alpha &= t_0' + \delta_2 - (t_0 + \delta_1 + i\Delta t) \\ &= t_0 + \left\lceil i + \frac{\delta_1 + \sigma_2}{\Delta t} \right\rceil \Delta t + \delta_2 - t_0 - \delta_1 - i\Delta t. \\ &= \left\lceil \frac{\delta_1 + \sigma_2}{\Delta t} \right\rceil \Delta t + (\delta_2 - \delta_1) \end{aligned}$$

Tabelle 1 zeigt einen Vergleich des bekannten Verfahrens mit dem erfindungsgemäßen Verfahren für spezielle Ausgestaltungen. Wenn ideale Funktionseinheiten und Parallelfunktionseinheiten angenommen werden, die augenblicklich initialisiert

Funktionseinheit 3, 3'		Parallel-/Funktions- einheit 3'', 4		Bekanntes Verfahren		Erfindungsgemäßes Verfahren		Gapzeit Verbes- serung [ms]	Adaptions- zeit Verbes- serung [%]
Verzö- gerung δ_1	Abbau Φ_1	Verzö- gerung δ_2	Aufbau σ_2	Verlorene Frames λ	Gapzeit t_γ [ms]	Gapzeit t_γ [ms]	Adaptions- zeit t_α [ms]		
Spezial Fall: Ideale Codecs									
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Spezial Fall: Low Latency Aufbau der Parallel-/ bzw. Funktionseinheit									
50	200	100	0	7	330	50	130	280	61
Spezial Fall: Low Latency Abbau der Parallelfunktionseinheit									
50	0	100	200	7	330	50	330	280	0
Spezial Fall: Niedriger Verzögerung der Codecs									
10	200	10	200	11	440	0	240	440	45

Tabelle 1: $f = 25$ f/s, $\Delta t = 40$ ms

werden können und eine intrinsische Codecverzögerung von $\delta = 0$ ms Sekunden aufweisen, zeigen sowohl das bekannte Verfahren gemäß Fig. 3 als auch das erfindungsgemäße Verfahren gemäß Fig. 1 gleiche Leistungen.

Im zweiten Fall wird eine besonders schnelle Generierungs- und Adaptionszeit angenommen, wobei die Codecs einen kleinen Verzögerungswert aufweisen, und es Zeit braucht, um die Funktionseinheit 3' zu trennen. In diesem Fall werden beim bekannten Verfahren sieben Frames verworfen, was zu einer Gapzeit von $t_\gamma = 330$ ms führt. Mit dem erfindungsgemäßen Verfahren dagegen müssen keine Frames verworfen werden. Die Adaptionszeit ist signifikant auf 130 ms reduziert, was einer Verbesserung von 61% entspricht.

Im dritten Fall werden die Vorteile gezeigt, die erreicht werden können, wenn die Funktionseinheit 3 augenblicklich getrennt werden kann – eine unrealistische Annahme. In diesem Fall kann die Adaption mit dem erfindungsgemäßen Verfahren nicht schneller erreicht werden, aber mit dem erfindungsgemäßen Verfahren werden weiterhin das Verwerfen von sieben Frames verhindert, und die Gapzeit t_γ wird von 330 auf 50 ms verringert.

In der letzten Fallkonstellation werden die Vorteile für Codecs mit einer sehr kleinen intrinsischen Verzögerung von ungefähr 10ms gezeigt, was einem üblichen Wert für normale Audiocodec entspricht. In diesem Fall werden beim bekannten Verfahren elf

Frames verworfen, was mit dem erfindungsgemäßen Verfahren verhindert wird, die Gapzeit t_g beim erfindungsgemäßen Verfahren von 440 ms wird auf 0ms reduziert und die Adaptionzeit t_a fast halbiert.

Die Tabellen 2, 3 und 4 listen verschiedene Kombinationen für $\delta = 50, 100, 200$ ms, $\sigma = 50, 100, 500, 1.000$ ms und $\phi = 10, 200, 400$ ms. In diesen Tabellen werden die Vorteile des erfindungsgemäßen Verfahrens abermals verdeutlicht.

Funktionseinheit 3, 3'		Parallel-/Funktions- einheit 3'', 4		Bekanntes Verfahren		Erfindungsgemäßes Verfahren		Gapzeit Verbes- serung [ms]	Adaptions- zeit Verbes- serung [%]
Verzö- gerung δ_1	Abbau Φ_1	Verzö- gerung δ_2	Aufbau σ_2	Verlorene Frames λ	Gapzeit t_g [ms]	Gapzeit t_g [ms]	Adaptions- zeit t_a [ms]		
50	100	50	50	5	200	0	120	200	40
50	100	50	100	7	280	0	160	280	43
50	100	50	500	17	680	0	560	680	18
50	100	50	1000	29	1160	0	1080	1160	7
50	100	100	50	5	250	50	170	200	32
50	100	100	100	7	330	50	210	280	36
50	100	100	500	17	730	50	610	680	16
50	100	100	1000	29	1210	50	1130	1160	7
50	100	200	50	5	350	150	270	200	23
50	100	200	100	7	430	150	310	280	28
50	100	200	500	17	830	150	710	680	14
50	100	200	1000	29	1310	150	1230	1160	6
50	200	50	50	8	320	0	120	320	63
50	200	50	100	9	360	0	160	360	56
50	200	50	500	19	760	0	560	760	26
50	200	50	1000	32	1280	0	1080	1280	16
50	200	100	50	8	370	50	170	320	54
50	200	100	100	9	410	50	210	360	49
50	200	100	500	19	810	50	610	760	25
50	200	100	1000	32	1330	50	1130	1280	15
50	200	200	50	8	470	150	270	320	43
50	200	200	100	9	510	150	310	360	39
50	200	200	500	19	910	150	710	760	22
50	200	200	1000	32	1430	150	1230	1280	14
50	400	50	50	13	520	0	120	520	77
50	400	50	100	14	560	0	160	560	71
50	400	50	500	24	960	0	560	960	42
50	400	50	1000	37	1480	0	1080	1480	27
50	400	100	50	13	570	50	170	520	70
50	400	100	100	14	610	50	210	560	66

50	400	100	500	24	1010	50	610	960	40
50	400	100	1000	37	1530	50	1130	1480	26
50	400	200	50	13	670	150	270	520	60
50	400	200	100	14	710	150	310	560	56
50	400	200	500	24	1110	150	710	960	36
50	400	200	1000	37	1630	150	1230	1480	25

Tabelle 2: $f = 25 \text{ f/s}$, $\Delta t = 40\text{ms}$, $\delta_1 = 50\text{ms}$

Funktionseinheit 3, 3'		Parallel-/Funktions- einheit 3'', 4		Bekanntes Verfahren		Erfindungsgemäßes Verfahren		Gapzeit Verbesserung [ms]	Adaptions- zeit Verbesserung [%]
Verzögerung δ_1	Abbau Φ_1	Verzögerung δ_2	Aufbau σ_2	Verlorene Frames λ	Gapzeit t_γ [ms]	Gapzeit t_γ [ms]	Adaptions- zeit t_α [ms]		
100	100	100	50	7	280	0	160	280	43
100	100	100	100	8	320	0	200	320	38
100	100	100	500	18	720	0	600	720	17
100	100	100	1000	30	1200	0	1120	1200	7
100	100	200	50	7	380	100	260	280	32
100	100	200	100	8	420	100	300	320	29
100	100	200	500	18	820	100	700	720	15
100	100	200	1000	30	1300	100	1220	1200	6
100	200	100	50	9	360	0	160	360	56
100	200	100	100	10	400	0	200	400	50
100	200	100	500	20	800	0	600	800	25
100	200	100	1000	33	1320	0	1120	1320	15
100	200	200	50	9	460	100	260	360	43
100	200	200	100	10	500	100	300	400	40
100	200	200	500	20	900	100	700	800	22
100	200	200	1000	33	1420	100	1220	1320	14
100	400	100	50	14	560	0	160	560	71
100	400	100	100	15	600	0	200	600	67
100	400	100	500	25	1000	0	600	1000	40
100	400	100	1000	38	1520	0	1120	1520	26
100	400	200	50	14	660	100	260	560	61
100	400	200	100	15	700	100	300	600	57
100	400	200	500	25	1100	100	700	1000	36
100	400	200	1000	38	1620	100	1220	1520	25

Tabelle 3: $f = 25 \text{ f/s}$, $\Delta t = 40\text{ms}$, $\delta_1 = 100\text{ms}$

Funktionseinheit 3, 3'		Parallel-/Funktions- einheit 3'', 4		Bekanntes Verfahren		Erfindungsgemäßes Verfahren		Gapzeit Verbes- serung [ms]	Adaptions- zeit Verbes- serung [%]
Verzö- gerung δ_1	Abbau Φ_1	Verzö- gerung δ_2	Aufbau σ_2	Verlorene Frames λ	Gapzeit t_γ [ms]	Gapzeit t_γ [ms]	Adaptions- zeit t_α [ms]		
200	100	200	50	9	360	0	280	360	22
200	100	200	100	10	400	0	320	400	20
200	100	200	500	20	800	0	720	800	10
200	100	200	1000	33	1320	0	1200	1320	9
200	200	200	50	12	480	0	280	480	42
200	200	200	100	13	520	0	320	520	38
200	200	200	500	23	920	0	720	920	22
200	200	200	1000	35	1400	0	1200	1400	14
200	400	200	50	17	680	0	280	680	59
200	400	200	100	18	720	0	320	720	56
200	400	200	500	28	1120	0	720	1120	36
200	400	200	1000	40	1600	0	1200	1600	25

Tabelle 4: $f = 25 \text{ f/s}$, $\Delta t = 40 \text{ ms}$, $\delta_1 = 200 \text{ ms}$

Hinsichtlich weiterer Details wird zur Vermeidung von Wiederholungen auf die allgemeine Beschreibung sowie auf die beigefügten Patentansprüche verwiesen.

Schließlich sei ausdrücklich darauf hingewiesen, dass das voranstehend beschriebene Ausführungsbeispiel lediglich zur Erörterung der beanspruchten Lehre dient, diese jedoch nicht auf das Ausführungsbeispiel einschränkt.

Patentansprüche

1. Verfahren zum Übertragen von zeitsynchronen Daten von einem Sender (1, 1') zu einem Empfänger (2, 2') über ein Netzwerk, insbesondere das Internet, wobei die Daten sender- und/oder empfängerseitig mittels mindestens einer Funktionseinheit (3, 3') verarbeitet und/oder übertragen werden, dadurch gekennzeichnet, dass eine Parallelfunktionseinheit (4) basierend auf veränderten Datenmengen und/oder Netzwerkbedingungen generiert und/oder adaptiert wird, und nach einem Umschalten, vorzugsweise durch einen Switch (5), die Verarbeitung und/oder Übertragung der Daten mittels der Parallelfunktionseinheit (4) erfolgt.
2. Verfahren nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass die Generierung und/oder Adaption der Parallelfunktionseinheit (4) durch einen Triggerimpuls gestartet wird.
3. Verfahren nach Anspruch 1 oder 2, dadurch gekennzeichnet, dass das Umschalten nach einer im Wesentlichen abgeschlossenen Generierung und/oder Adaption der Parallelfunktionseinheit (4) erfolgt.
4. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 3, dadurch gekennzeichnet, dass das Umschalten beim Erfüllen einer Umschaltbedingung, insbesondere bei Erreichen mindestens eines vorgegebenen Parameterwerts, erfolgt.
5. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 4, dadurch gekennzeichnet, dass die Daten in der Funktionseinheit (3, 3') mittels verschiedener Teileinheiten (6a, 6a', 6b, 6b', 6c, 6c'), insbesondere mindestens eines Codecs (6a, 6a') und/oder mindestens eines Filters (6b, 6b') und/oder eines Packetizers (6c, 6c') und/oder mindestens eines Memory Buffers oder dergleichen, verarbeitet werden.

6. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 5, dadurch gekennzeichnet, dass die Daten in der Parallelfunktionseinheit (4) mittels verschiedener Teileinheiten (7a, 7b, 7c), insbesondere mindestens eines Codecs (7a) und/oder mindestens eines Filters (7b) und/oder mindestens eines Packetizers (7c) und/oder mindestens eines Memory Buffers oder dergleichen, verarbeitet werden.

7. Verfahren nach Anspruch 5 oder 6, dadurch gekennzeichnet, dass die Teileinheiten (6a, 6b, 6c, 6a', 6b', 6c', 7a, 7b, 7c), vorzugsweise während Generierung, miteinander verbunden werden.

8. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 7, dadurch gekennzeichnet, dass die Funktionseinheit (3, 3') und/oder die Parallelfunktionseinheit (4), vorzugsweise nach der Generierung, initialisiert wird.

9. Verfahren nach einem der Ansprüche 5 bis 8, dadurch gekennzeichnet, dass die Teileinheiten (7a, 7b, 7c) der Parallelfunktionseinheit (4) aufeinander und/oder die veränderten Datenmengen und/oder die Netzwerkbedingungen abgestimmt werden.

10. Verfahren nach einem der Ansprüche 5 bis 9, dadurch gekennzeichnet, dass nach der Umschaltung die Teileinheiten (6a, 6b, 6c, 6a', 6b', 6c') der Funktionseinheit (3) voneinander getrennt werden.

11. Verfahren nach Anspruch 10, dadurch gekennzeichnet, dass die Teileinheiten (6a, 6b, 6c) der Funktionseinheit (3) in eine der Parallelfunktionseinheiten (4) eingebunden werden.

12. Verfahren nach einem der Ansprüche 5 bis 8, dadurch gekennzeichnet, dass nach der Umschaltung die Teileinheiten (6a, 6b, 6c, 6a', 6b', 6c') der Funktionseinheit (3) verbunden bleiben.

13. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 12, dadurch gekennzeichnet, dass weitere Paralleleinheiten basierend auf veränderten Datenmengen und/oder Netzwerkbedingungen generiert und/oder adaptiert werden.

14. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 13, dadurch gekennzeichnet, dass seriell zur Funktionseinheit (3) und/oder Paralleleinheit (4) eine weitere Funktionseinheit zur Übertragung und/oder Verarbeitung der Daten vorgesehen wird.

15. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 14, dadurch gekennzeichnet, dass die Daten mittels Einrichtungen zur Erfassung von visuellen Daten, von Sprache oder dergleichen erfasst werden.

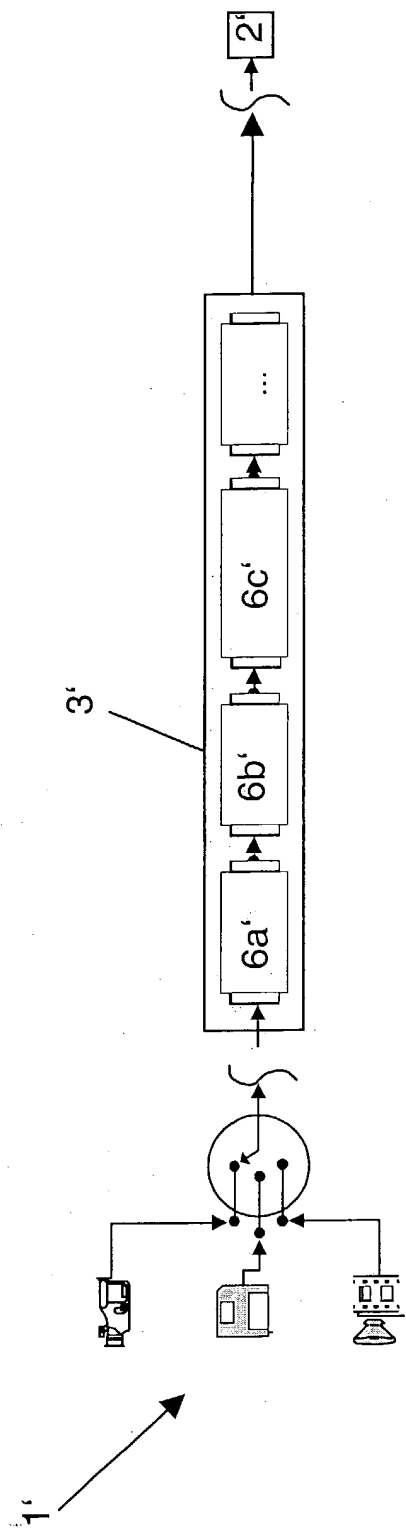


Fig. 1

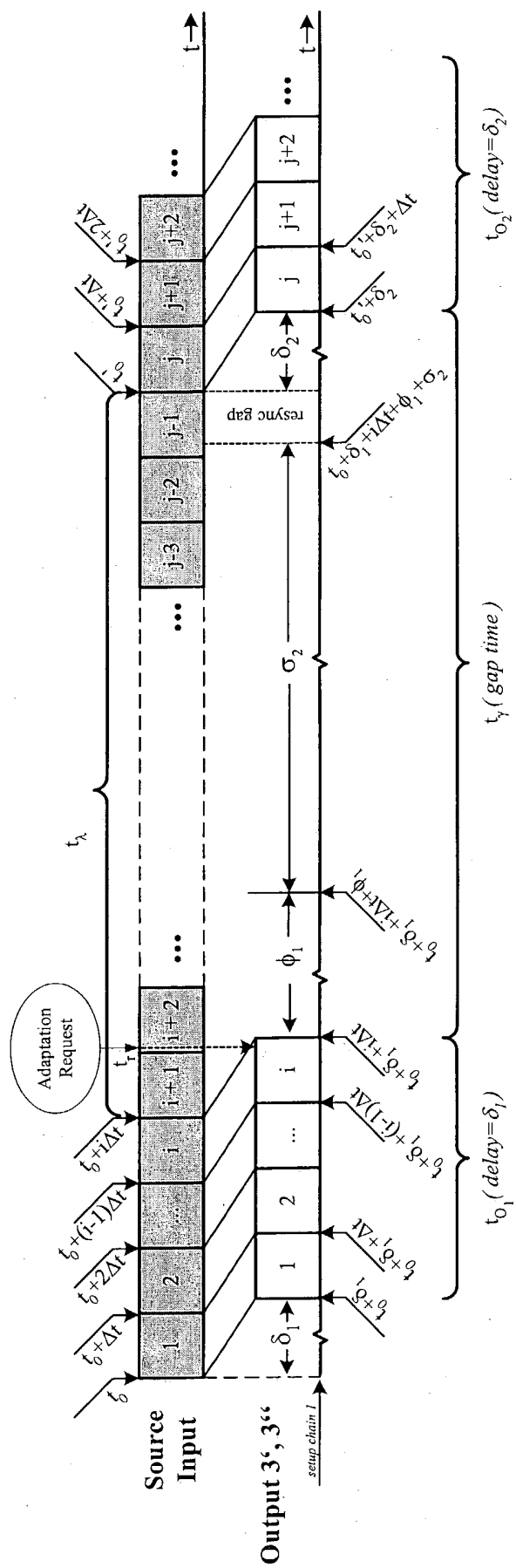


Fig. 2

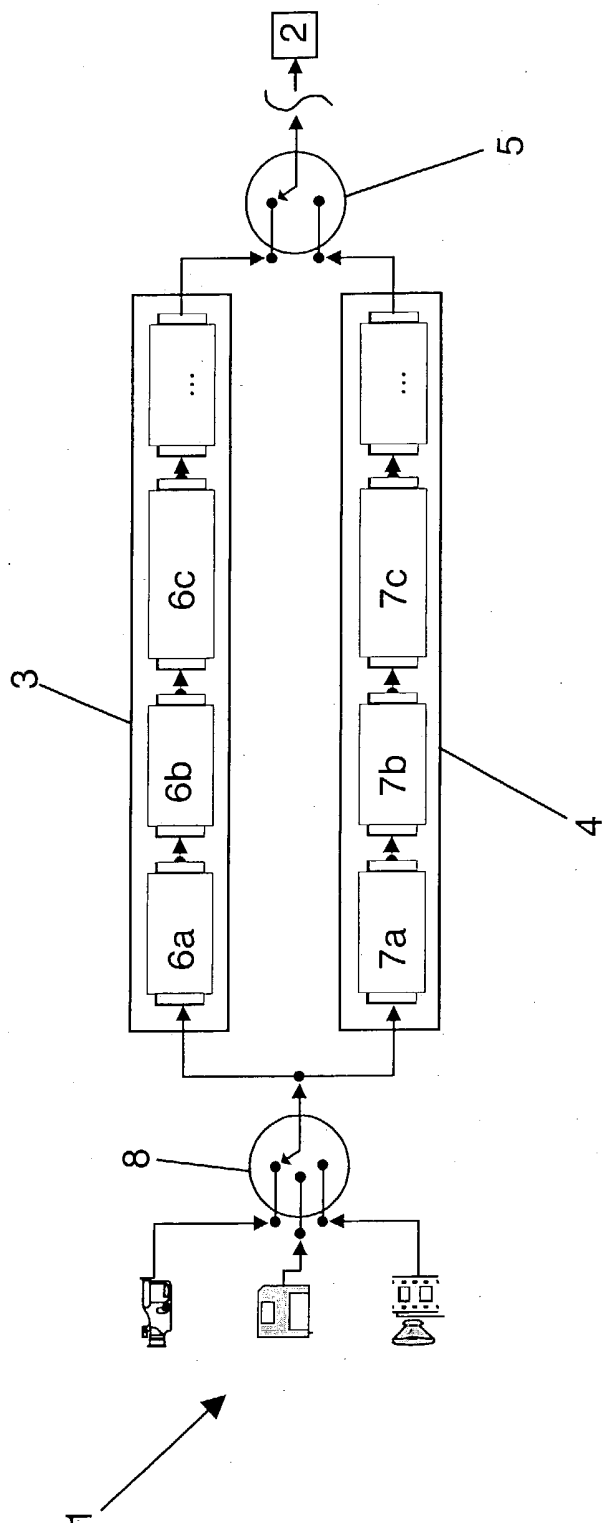


Fig. 3

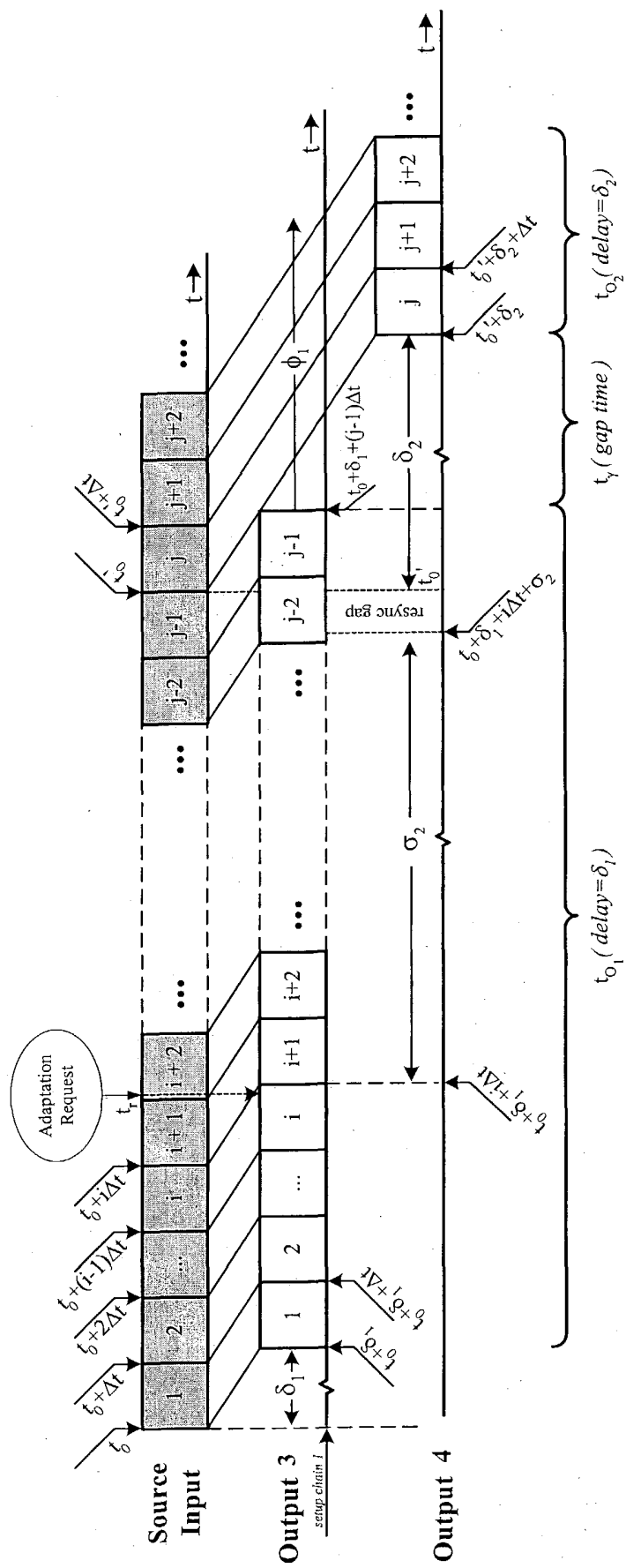


Fig. 4

Zusammenfassung

Ein Verfahren zum Übertragen von zeitsynchronen Daten von einem Sender (1, 1') zu einem Empfänger (2, 2') über ein Netzwerk, insbesondere das Internet, wobei die Daten sender- und/oder empfängerseitig mittels mindestens einer Funktionseinheit (3, 3') verarbeitet und/oder übertragen werden, ist im Hinblick auf eine Verbesserung der Übertragungsqualität bei sich ändernden Datenmengen und/oder Netzwerkbedingungen von zeitsynchronen Daten derart ausgebildet, dass eine Parallelfunktionseinheit (4) basierend auf veränderten Datenmengen und/oder Netzwerkbedingungen generiert und/oder adaptiert wird und nach einem Umschalten, vorzugsweise durch einen Switch (5), die Verarbeitung und/oder Übertragung der Daten mittels der Parallelfunktionseinheit (4) erfolgt.

(Fig. 3)

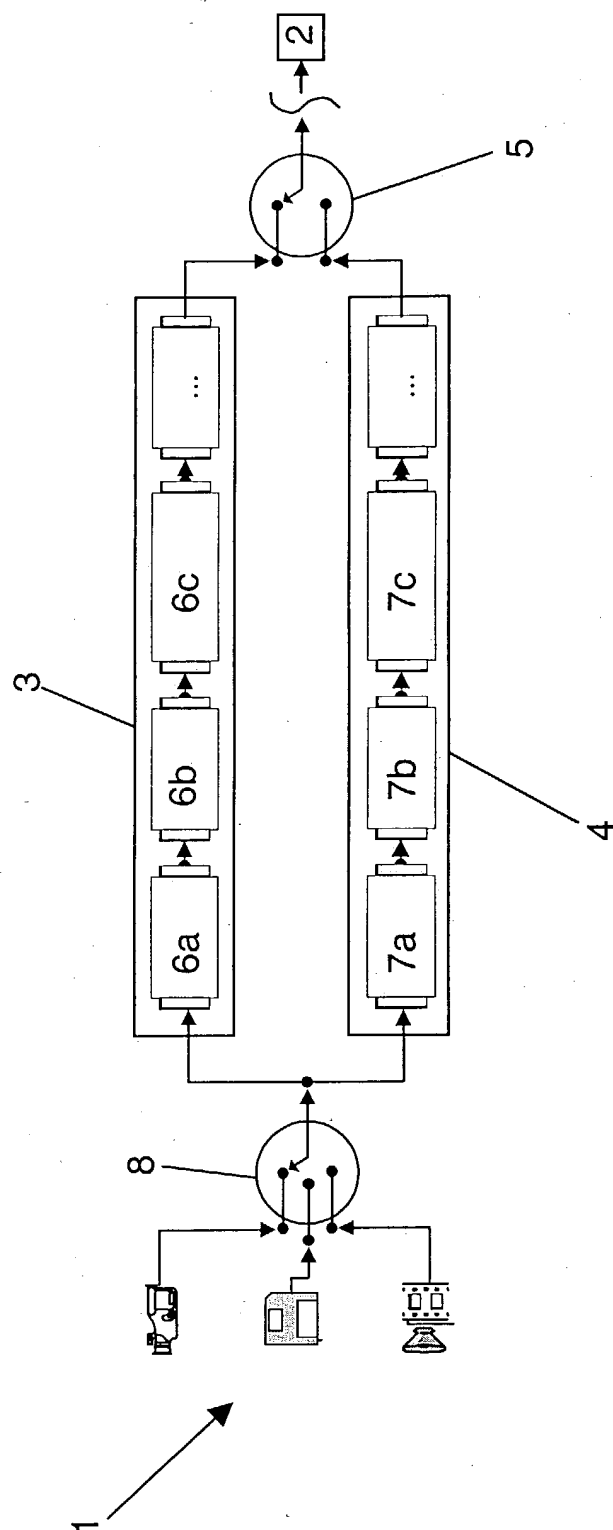


Fig. 3